

[Aus dem staatlichen hygienischen Institut zu Hamburg.]
(Director: Prof. Dr. Dunbar.)

Ueber Versuche mit Formaldehydwasserdampf nach dem Verfahren v. Esmarch's.

Von

Dr. Kister,
Abtheilungsvorsteher

und
am hygienischen Institut.

Dr. Trautmann,
Assistenten

Die heutzutage in der Praxis für Betten, Kleider u. dergl. vornehmlich gebräuchlichen Desinfectionsverfahren, die Desinfection vermittelt strömenden Wasserdampfes und die Formaldehyddesinfection können nicht als in jeder Hinsicht ideale Methoden gelten; jeder derselben haften gewisse Mängel an.

Der strömende Wasserdampf vermag zwar in geeigneten Apparaten zweckmässig zur Anwendung gebracht auch die widerstandsfähigsten Krankheitserreger mehr oder minder schnell zu vernichten, aber er ist nicht für alle Gegenstände anwendbar: Leder, Pelzwerk u. dergl. wird durch Wasserdampf beschädigt. Der Formaldehyd andererseits hat zwar den Vorzug, auch empfindliche Objecte nicht zu verändern, besitzt dafür jedoch nur eine geringe Tiefenwirkung. Um nun den Erfordernissen einer allgemeinen Anwendbarkeit wie einer genügenden Tiefenwirkung Rechnung zu tragen, hat v. Esmarch¹ ein neues Desinfectionsverfahren empfohlen. v. Esmarch will drei Factoren in ihrer Wirkung vereinigen: die feuchte Hitze, das Desinficiens und die Evacuation.

Für die Erhöhung der Wirkung des Wasserdampfes sind die beiden anderen Factoren: das Desinficiens und die Evacuirung von hervorragender Bedeutung. Der Zusatz eines Desinficiens wie des Formaldehyds,

¹ v. Esmarch, Die Wirkung von Formalinwasserdämpfen im Desinfectionsapparat. *Hygienische Rundschau*. 1902. Nr. 19.

vermag, wie Kokubo¹ unter v. Esmarch's Leitung nachgewiesen hat, die desinficirende Kraft des Wasserdampfes erheblich zu steigern.

Welche Bedeutung weiter der Erniedrigung des atmosphärischen Druckes zukommt, zeigen ausser den erwähnten Mittheilungen v. Esmarch's Versuche von Schut², welcher unter ihrer Anwendung Krankheitskeime selbst bei physiologischen Temperaturen abtöden konnte. Diese Luftabsaugung hat dazu noch die Folge, dass das Formaldehyd besser überall vordringen und so mehr Tiefenwirkung entfalten kann.

Der Werth der feuchten Hitze schliesslich geht, abgesehen von den vielen positiven Erfolgen, indirect auch aus den ungünstigen Ergebnissen hervor, die Dunbar und Musehold³ mit dem Verfahren der Société chimique des usines du Rhone erhielten. Bei diesem Verfahren wurde zwar auch stark evacuirt, darauf aber nicht wasserreicher, heisser Formaldehyddampf zugelassen, sondern so zu sagen kühler und trockener, da er, gewonnen durch Verdampfung von 2 Liter Formalin im Trillat'schen Autoklaven, durch ein kupfernes Rohr von 1^{mm} Lichtung in einen 10^{cbm} grossen Desinfectionsapparat geleitet wurde. Wir sehen also, dass das Formaldehyd seine grösste desinficirende Kraft ausübt, wenn gleichzeitig Evacuierung des Raumes, ausreichende Feuchtigkeit und höhere Temperatur zur Wirkung kommen. Nur durch die zweckmässige Zusammenwirkung aller dieser Factoren vermögen wir den gewünschten Desinfectionseffect zu erzielen.

v. Esmarch hat seine Versuche an kleinen Laboratoriumapparaten ausgeführt. Seine Resultate sind inzwischen von Herzog⁴ bestätigt. Uns schien es daher lohnend, die Versuche auf die Praxis im Grossen anzuwenden, denn es wäre von grösster Bedeutung für die Desinfectionsanstalten, wenn es gelänge, einmal die Desinfectionsdauer überhaupt abzukürzen, dann auch solche Gegenstände sicher zu sterilisiren, welche strömenden Dampf von 100° C. nicht vertragen.

Zunächst prüften wir noch einmal nach, in welchem Maasse in der Praxis der Desinfectionseffect des 100gradigen strömenden Dampfes durch

¹ Kokubo, Die combinirte Wirkung chemischer Desinfectionsmittel u. heisser Wasserdämpfe. *Centralblatt für Bakteriologie*. 1902. Abth. I. Bd. XXXII. Nr. 3.

² Schut, Bakterientödtung durch Kochen unter niedrigem Druck. *Diese Zeitschrift*. Bd. XLIV.

³ Dunbar u. Musehold, Untersuchungen über das von der „Société chimique des usines du Rhone“ für Haare und Borsten empfohlene Desinfectionsverfahren mit Formaldehyd im luftverdünnten Raum. *Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte*. 1899. Bd. XV.

⁴ Herzog, Experimentelle Beiträge zur Formaldehydwasserdampfdesinfection. *Centralblatt für Bakteriologie*. 1903. Bd. XXXIV.

den Zusatz von Formaldehyd erhöht wird. Wir beluden die Schimmel'schen Apparate einer hiesigen Desinfectionsanstalt in üblicher Weise mit Material, Betten u. dergl., verpackten zwischen diese Gegenstände Kartoffelbacillensporen von 2, 25 und 120 Minuten Resistenz gegen strömenden Dampf von 100°, sowie Maximalthermometer und leiteten nun in den Apparat Formaldehydwasserdampf ein. Dieser wurde dadurch erzeugt, dass in den Dampfkessel der Anstalt statt reinen Wassers eine 1 procentige Formaldehydlösung gebracht und verdampft wurde. Die Desinfection geschah in der in der Anstalt gebräuchlichen Weise: der Apparat stieg auf $\frac{2}{10}$ Atm. Ueberdruck, die Temperaturen am Apparatthermometer sowie der eingelegten Maximalthermometer gingen bis auf 103 bis 104°. Die Dauer der einzelnen Desinfectionen betrug 35 Minuten. Die Versuche ergaben, dass selbst Sporen von 2 Stunden Widerstandsfähigkeit abgetödtet werden konnten, ein Erfolg, der bei alleiniger Verwendung von strömendem Wasserdampf bei sonst gleicher Versuchsanordnung nicht erreicht wird.

Es wurde nun in denselben Apparaten auch die Wirkung 70 bis 80 gradigen Formaldehyddampfes geprüft, und zwar in der Weise, dass der Desinfectionsapparat nur mittels der Heizschlange auf die erwähnte Temperatur erhitzt und dadurch Formaldehydlösung, die sich in Schalen auf dem Heizkörper der Apparate befanden, zur Verdampfung gebracht wurde. Diese Versuche ohne eine Evacuation verliefen jedoch, wie voraussehen, wenig befriedigend.

Für Versuche, bei welchen zugleich Evacuation zur Anwendung gebracht werden konnte, stand uns ein zu diesem Zweck construirter Apparat zur Verfügung.

Dieser war von ovaler Form und hatte einen Rauminhalt von 1 cbm. Zwei Schiebefächer theilten seinen Innenraum in drei Stockwerke. 12 cm über dem Boden, auf den Heizröhren ruhend, war eine Schale angebracht von den Maassen $70 \times 45 \times 4$ cm zur Aufnahme der von aussen einfüllbaren Desinfectionsflüssigkeit. Die zur Anwärmung und Verdampfung erforderliche Wärme lieferten zwei ausserhalb des Apparates, 15 cm unter dem Boden angebrachte Gasheizrohre. Mit dem Innern des Apparates war eine Luftpumpe für Handbetrieb verbunden.

Der Gang der Versuche war folgender: Nach Auffüllen von 2 bis 3 Liter Wasser in die Schale wurde der Apparat auf etwa 40° angewärmt, beschickt, verschlossen und die gewünschte Luftverdünnung hergestellt. Dann wurde die Formaldehydlösung (1 oder 2 Procent)¹ zugegeben, nach Bedarf von neuem Luft abgepumpt und die Desinfection von dem Augen-

¹ Gemeint sind absolute Procente, d. i. 2·5 bezw. 5·0 cem des gewöhnlichen 40 procentigen Formalins auf 97·5 bezw. 95·0 cem Wasser.

blick an gerechnet, wo die jeweilig beabsichtigte Temperatur (60, 70, 75° C.) erreicht war.

Es wurde eine grössere Reihe von Versuchen ausgeführt, im Ganzen 18. Als Desinfectionsgut dienten in den ersten Versuchen, um die Bedingungen möglichst günstig zu gestalten, nur Woldecken, in den weiteren Versuchen kamen auch Betten, Rosshaar, Felle und Ledersachen zur Verwendung. Bei den letzten beiden Gegenständen wurde besonders darauf geachtet, ob sie etwa durch die Dämpfe beschädigt würden. Als Testobjecte dienten Kartoffelbacillensporen von 2, 25 und 120 Minuten Resistenz an Seidenfäden, ferner Kartoffelbacillensporen von 2 Minuten Resistenz an Pferdehaaren und Schweineborsten und endlich, in den letzten 14 Versuchen, auch Staphylokokken und Colibakterien an Seidenfäden angetrocknet; ausserdem wurden mit diesen Testobjecten zusammen Maximalthermometer zwischen die Gegenstände verpackt.

Die Versuche begannen mit einer Evacuirung von 180 bis 220^{mm}, bei 10 Minuten langer Versuchsdauer und Verdampfung einer 1 procentigen Formaldehydlösung bei 60° C. Die Testobjecte wurden in und unter Wolle verpackt. Das Ergebniss war durchaus unbefriedigend: sämmtliche Sporen blieben entwicklungsfähig. Nun wurde zunächst die Temperatur auf 70° erhöht, jedoch ohne wesentlich besseren Erfolg. Von 10 Sporenproben waren nur zwei (Sporen von zwei Minuten Resistenz an einer Schweineborste und Sporen von 25 Minuten Resistenz an einem Seidenfaden) abgetödtet (Tab. I). Auch die Verstärkung der Formaldehydlösung auf 2 Procent und weiterhin die Ausdehnung der Versuchsdauer bis auf 30 Minuten bei 75° C. hatte nicht den gewünschten Erfolg (Tab. II). Da somit bereits die für Pelz- und Ledersachen erlaubte Höchsttemperatur erreicht war, eine Verlängerung der Zeitdauer aber für die Praxis nicht wünschenswerth, eine weitere Verstärkung der Formaldehydlösung endlich wenig aussichtsvoll erschien, wurde bei den nächsten Versuchen eine kräftigere Evacuation vorgenommen. Doch auch bei einer Evacuirung des Desinfectionsapparates um 320 bis 350^{mm} (Tab. III), ja selbst um 450 bis 500^{mm} (Tab. IV) gelang es nicht einmal in einer halben Stunde, unter Verwendung von 2 procentiger Formaldehydlösung bei 70°, alle Sporenfäden zu sterilisiren, trotz der geringen Dichte und Menge des Desinfectionsgutes, welches aus zusammengelegten Woldecken bestand. Nicht einmal die Colibakterien und Staphylokokken waren in allen Fällen abgetödtet. Erst die erneute Steigerung der Temperatur auf 75° führte günstigere Resultate herbei. In einem Versuche sogar zeigten sich alle Testobjecte abgetödtet (Tab. V). Dies änderte sich indes sogleich wieder, wenn statt der äusserst geringen Beladung eine dichtere gewählt oder die Testobjecte gar zwischen Betten, in Schuhe, Rosshaar und Felle verpackt wurden. Dann waren sie selbst bei

Tabelle I.

6. X. 1903. Vacuum: 20 bis 22 ^{cm} . Dauer: 10 Min. Temperatur: 70° C. Concentration: 1 Procent Formaldehyd.											
Resistenz geg. ström. Dampf	2 Minuten Sporen.										
	Seidenfäden			Pferdehaare			Schweineborsten			25 Minuten Seidenfäden	
	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben
Probe-Nr. 1 2	nicht ausgelegt				+	8. X.		+	8. X.		+
					+	8. X.			25. X.		+
											Art der Verpackung
											in Woldecke mittleres Fach. unter Woldecke unterstes Fach.

Tabelle II.

16. X. 1903. Vacuum: 18 bis 22 ^{cm} . Dauer: 30 Min. Temperatur: 75° C. Concentration: 2 Procent Formaldehyd.																	
Resistenz geg. ström. Dampf	2 Minuten Sporen.																
	Seidenfäden			Pferdehaare			Schweineborst.			25 Minuten Seidenfäden			2 Stunden Seidenfäden			Coli- Seidenfäden	
	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben
Probe-Nummer 1 2 3		+	20. X.		+	20. X.		+	20. X.		+	20. X.		+	20. X.		+
		+	20. X.		+	20. X.		+	20. X.		+	20. X.		+	20. X.		+
			26. X.			26. X.			26. X.			26. X.			26. X.		
																	Art der Verpackung
																	in Woldecke unteres Fach. in Woldecke mittleres Fach. unter Woldecke oberes Fach.

26. X. 1903. Tabelle III. Vacuum: 32 bis 35 cm. Dauer: 30 Min. Temp.: 70° C. Concentr.: 2 Proc. Formaldehyd.

Resistenz geg. ström. Dampf	2 M i n u t e n S p o r e n.										25 Minuten				2 Stunden				Coli- Seidenfäden				Staphylo- kokken- Seidenfäden				Art der Verpackung	
	Seidenfäden					Pferdehaare					Schweineborst.					Seidenfäden				Seidenfäden				Seidenfäden				
	lebt	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis		todt
1	+	anged. 30. X.	31. X.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	in Woldecke unteres Fach.
2	+	28. X.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	in Woldecke mittleres Fach.
3	—	5. XI.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	unter Woldecke mittleres Fach.
4	+	28. X.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	in Woldecke oberes Fach.
5	+	31. X.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	unter Woldecke oberes Fach.

26. X. 1903. Tabelle IV. Vacuum: 45 bis 50 cm. Dauer: 30 Min. Temp.: 70° C. Concentr.: 2 Proc. Formaldehyd.

Probe-Nummer																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
1	+	30. X.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—	5. XI.	—

29. X. 1903. Tabelle V. Vacuum: 45 bis 52 cm. Dauer: 30 Min. Temperatur: 75° C.
Concentration: Kein neues Formaldehyd zugegeben, doch solches noch im Apparat.

Resistenz geg. ström. Dampf	2 Minuten Sporen.											
	Seidenfäden				Pferdehaare				Schweineborst.			
	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis
Probe-Nummer 1 2 3 4	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.
	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.
	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.
	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.
Art der Verpackung												
Staphylokokken- Seidenfäden												in Woldecke unteres Fach. in Woldecke mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke mittleres Fach.
Coli- Seidenfäden												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.
2 Stunden Seidenfäden												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.
25 Minuten Seidenfäden												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.
leben												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.
beob- achtet bis												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.
todt												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.

31. X. 1903. Tabelle VI. Vacuum: 45 bis 52 cm. Dauer: 30 Min. Temp.: 70° C. Concentr.: 2 Proc. Formaldehyd.

Resistenz geg. ström. Dampf	2 Minuten Sporen.											
	Seidenfäden				Pferdehaare				Schweineborst.			
	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis	todt	leben	beob- achtet bis
Probe-Nummer 1 2 3 4 5 6 7 8	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.
	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.
	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.
	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.	—	—	9. XI.
Art der Verpackung												
Staphylokokken- Seidenfäden												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.
Coli- Seidenfäden												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.
2 Stunden Seidenfäden												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.
25 Minuten Seidenfäden												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.
leben												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.
beob- achtet bis												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.
todt												in Woldecke unteres Fach. in Stiefelspitze unteres Fach. zwischen Federbett unteres Fach. freilegend unteres Fach. zwischen Federbett mittleres Fach. in Stiefelspitze (Sohle durchlocht) mittleres Fach. in Woldecke oberes Fach. unter Woldecke oberes Fach.

7. XI. 1903. Tabelle VII. Vacuum: 45 bis 52 cm. Dauer: 30 Min. Temp.: 75° C. Concentr.: 2 Proc. Formaldehyd.

Resistenz geg. ström. Dampf	2 Minuten Sporen.						25 Minuten			2 Stunden			Coli- Seidenfäden			Staphylo- kokken- Seidenfäden			Art der Verpackung	
	Seidenfäden			Pferdehaare			Schweineborst.			Seidenfäden			Seidenfäden			Seidenfäden				
	lebt	beob- achtet bis	tot	lebt	beob- achtet bis	tot	lebt	beob- achtet bis	tot	lebt	beob- achtet bis	tot	lebt	beob- achtet bis	tot	lebt	beob- achtet bis	tot		
Probe-Nummer 1 2 3 4 5	+	9. XI.	—	+	9. XI.	—	+	9. XI.	—	17. XI.	—	+	9. XI.	—	—	17. XI.	—	17. XI.	—	in Rehfell unteres Fach.
	+	9. XI.	—	+	9. XI.	—	+	10. XI.	—	anged. 9. XI.	+	+	9. XI.	—	—	17. XI.	—	17. XI.	—	in Sack mit Ross- haar, unteres Fach.
	+	9. XI.	—	+	9. XI.	—	+	9. XI.	—	9. XI. 10. XI.	+	+	9. XI.	—	—	17. XI.	—	17. XI.	—	in Sack mit Ross- haar, mittl. Fach.
	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	17. XI.	—	in Wolledecke mittleres Fach.
	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	17. XI.	—	unter Wolledecke oberes Fach.

7. XI. 1903. Tabelle VIII. Vacuum: 45 bis 52 cm. Dauer: 30 Min. Temp.: 70° C. Concentr.: 2 Proc. Formaldehyd.

Probe-Nummer 1 2 3 4 5	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	unter Wolledecke unteres Fach.
	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	+	10. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	in Wolledecke unteres Fach.
	+	anged. 9. XI.	—	+	17. XI.	—	+	9. XI.	—	—	17. XI.	—	f e h l t	17. XI.	—	—	17. XI.	—	in Wolledecke mittleres Fach.
	—	17. XI.	—	+	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	unter Wolledecke mittleres Fach.
	+	11. XI.	—	+	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	—	17. XI.	—	in Wolledecke oberes Fach.

Tabelle IX.
7. XI. 1903. Vacuum: 45 bis 52 cm. Dauer: 30 Min. Temperatur: 70° C.
Concentration: Kein Formaldehyd, vorher Neutralisation mit 25 Proc. Ammoniak (verbraucht 1/2 Liter).

Resistenz geg. ström. Dampf	2 M i n u t e n S p o r e n.												Coli- Seidenfäden			Staphylo- kokken- Seidenfäden			Art der Verpackung		
	Seidenfäden				Pferdehaare				Schweineborst.												
	leben	beob- achtet	bis	totd	leben	beob- achtet	bis	totd	leben	beob- achtet	bis	totd	leben	beob- achtet	bis	totd	leben	beob- achtet		bis	totd
Probe-Nummer 1 2 3 4 5	+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			in Woldecke mittleres Fach.
	+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			unter Woldecke unteres Fach.
	+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			in Woldecke mittleres Fach.
	+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			+	17. XI.			unter Woldecke mittleres Fach.
	+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			+	9. XI.			+	17. XI.			unter Woldecke oberes Fach.

Tabelle X. Formaldehydversuche mit Vacuum.

Versuch-Nr.	Wieviel mm Vacuum	Temperatur in Grad C.	Dauer in Minuten	Concentration	Art der Verpackung	Art des Testmaterials	Ergebniss	Bemerkungen
1	180-220	60	10	1 Procent	in u. unter Wolldecken.	Kartoffelbac.-Sporen mit einer Resistenz gegen 100 gradigen ström. Wasserdampf a) von 2, 25 u. 120 Min. an Seidenfäden angetrocknet; b) v. 2 Min. Resistenz an Pferdehaaren u. Schweineborsten angetrocknet.	Alle Proben leben.	
2	"	70	10	1 "	desgl.	desgl.	In Wolldecke leben alle Proben. Unter Wolldecke lebt a) eine 2 Min.-Probe (Pferdehaar), b) die 2 Stdn.-Probe (Seidenfäden).	Vgl. Tab. I.
3	"	60	10	2 "	desgl.	desgl.	Alle Proben leben.	
4	"	70	10	2 "	In u. unter Wolldecken u. in Rocktasche.	desgl.	In Wolle leben alle Proben.	
5	"	75	30	2 "	in u. unter Wolldecken.	Dasselbe; ausserdem noch Bact. coli und Staphylococcus pyrog. aur. an Seidenfäden angetrocknet.	In Wolldecken leben alle Proben bis auf Coli u. Staphyloc. Unter Wolle alles abgetödtet.	Vgl. Tab. II.
6	320-350	70	30	2 "	desgl.	desgl.	In Wolle leben im oberen u. mittleren Fache fast alle Proben, im unteren eine 2 Min.- u. eine 2 Stdn.-Probe (beide Seidenfäden). Unter Wolle alles abgetödtet bis auf eine 2 Min.-Probe (Seidenfäden) im oberen Stock.	Vgl. Tab. III.

Tabelle X (Fortsetzung).

Versuchs-Nr.	Wieviel mm Vacuum	Temperatur in Grad C.	Dauer in Minuten	Concentration	Art der Verpackung	Art des Testmaterials	Ergebniss	Be-merkungen
7	320—350	75	20	1 Procent	In u. unter Wolldecken.	Kartoffelbac.-Sporen mit einer Resistenz gegen 100grad. ström. Wasserdampf a) von 2, 25 u. 120 Min. an Seidenfäden angetrocknet; b) v. 2 Min. Resistenz an Pferdehaaren u. Schweineborsten angetrocknet, ausserdem noch Bact. coli u. Staphylococcus pyog. aur. an Seidenf. angetrocknet. desgl.	In Wolle im mittleren Fache alle Proben abgetödtet; im unteren leben noch: eine 2 Min.-Probe u. die 2 Stdn.-Probe (beide Seidenfäden). Unter Wolle (oberes Fach) lebt noch die 25 Min.-Probe (Seidenf.).	
8	"	75	20	2 "	desgl.	desgl.	In Wolle im unteren Fache alle Proben abgetödtet; im mittleren leben noch a) eine 2 Min.-Probe (Seidenf.), b) eine 2 Min.-Probe (Pferdehaar), c) die 2 Stdn.-Probe (Seidenf.). Unter Wolle im oberen Fach alles todt.	
9	"	75	30	2 "	desgl.	desgl.	In Wolle leben alle Proben bis auf Coli u. Staphylokokken (Seidenf.). Unter Wolle alles abgetödtet.	
10	450—520	70	10	2 "	In u. unter Wolldecken, in Schuh u. freiliegend.	desgl.	In Wolle lebt fast alles. Unter Wolle lebt die 2 Stdn.-Probe (Seidenf.). In Schuh lebt alles. V. d. freiliegenden Proben lebt eine 2 Min.-Probe (Seidenf.).	

Tabelle X (Fortsetzung).

Versuch-Nr.	Wieviel mm Vacuum	Temperatur in Grad C.	Dauer in Minuten	Concentration	Art der Verpackung	Art des Testmaterials	E r g e b n i s s	Be-merkungen
11	450—520	70	30	2 Procent	In u. unter Wolldecken.	Kartoffelbac.-Sporen mit einer Resistenz gegen 100grad. ström. Wasserdampf von 2, 25 u. 120 Min. an Seidenfäden angetrocknet; b) v. 2 Min. Resistenz an Pferdehaaren u. Schweineborsten angetrocknet; ausserdem noch Bact. coli u. Staphylococcus pyog. aur. an Seidenf. angetrocknet.	In Wolle im mittleren Fach alle Proben abgetödtet. Im unteren leben noch eine 2 Min.- u. die 2 Std.-Probe (beide Seidenf.). Im oberen leben noch fast alle Proben. Unter Wolle alles abgetödtet.	Vgl. Tab. IV.
12	"	70	30	2 "	In u. unter Wolldecken, in Betten u. Schuh.	desgl.	In Wolle fast alle Proben lebend. Unter Wolle alle Proben bis auf eine 2 Min.-Probe (Seidenf.) abgetödtet. In Betten bis auf Coli alle Proben lebend. In Schuh alle Proben lebend.	Vgl. Tab. VI.
13	"	70	30	2 "	In u. unter Wolldecken, in Betten u. Schuhen u. freiliegend.	desgl.	In Wolle fast alles abgetödtet. Unter Wolle alles abgetödtet. In Schuhen fast alle Proben lebend. In Betten bis auf Coli u. Staphylok. alle Proben lebend. Die freiliegenden Proben alle abgetödtet.	Vgl. Tab. VI.
14	"	70	30	2 "	in u. unter Wolldecken.	desgl.	In u. unter Wolldecken fast alles abgetödtet.	Vgl. Tab. VIII.

Tabelle X (Fortsetzung).

Versuch-Nr.	Wieviel mm Vacuum	Temperatur in Grad C	Dauer in Minuten	Concentration	Art der Verpackung	Art des Testmaterials	Ergebnis	Bemerkungen
15	450-520	70	30	2 Procent	In u. unter Wolldecken, in Schuh u. Rock.	Kartoffelbac. Sporen mit einer Resistenz gegen 100grad. ström. Wasserdampf a) von 2, 25 u. 120 Min. an Seidenfäden angetrocknet; b) v. 2 Min. Resistenz an Pferdehaaren u. Schweinebörsen angetrocknet; ausserdem noch Bact. coli u. Staphylococcus pyog. aur. an Seidenf. angetrocknet.	In u. unter Wolle alles abgetödtet. In Schuh alle Proben bis auf Coli lebend. In Rock alles abgetödtet bis auf eine 2 Min.-Probe (Seidenf.).	
16	"	75	30	Kein Form-aldehyd zu-gegeben; aber noch reichlich im Apparat.	In u. unter Wolldecken.	desgl.	Alles abgetödtet.	Vgl. Tab. V.
17	"	75	30	2 Procent	In u. unter Wolldecken, in Fell u. Rosshaaren.	desgl.	In u. unter Wolle alle Proben abgetödtet. In Fell u. Rosshaaren die meisten Proben lebend.	Vgl. Tab. VII.
18	"	70	30	Kein Form-aldehyd. Neutralisation des im Apparat zurückgebliebenen Form-aldehyds mit 25 procent. Ammoniak-lösung.	In u. unter Wolldecken.	desgl.	In u. unter Wolle fast alle Proben lebend.	Vgl. Tab. IX.

einer Evacuierung bis um 520^{mm} (eine weitere Evacuierung liess der Apparat nicht zu) nach 30 Minuten langer Einwirkung 2procentiger Formaldehyddämpfe von 75° noch nicht abgetödtet (Tab. VI und VII). Die beiden letzten Tabellen sodann (Tab. VIII und IX) mögen in ihrer Gegenüberstellung die bedeutende Ueberlegenheit von Formaldehydwasserdampf gegen solchen ohne Formaldehydzusatz zeigen. Die Anordnung in den übrigen Punkten ist bei beiden Versuchen völlig gleich.

Eine kurze Uebersicht über die Anordnung und das Ergebniss aller angestellten Versuche bietet Tabelle X.

Es genügt also die Verdampfung der Formaldehydlösung in einer Schale nicht, um den ganzen Innenraum des für die Versuche verwendeten Apparates völlig mit Formaldehydwasserdampf zu füllen und eine gleiche Tiefenwirkung zu erzielen. Die desinficirende Wirkung des Dampfes geht aus den oben angeführten Versuchen hervor: während nämlich an manchen Stellen die Sporen von 25 Minuten oder sogar zwei Stunden Resistenz abgetödtet waren, blieben in demselben Versuche an anderer Stelle viel weniger resistente Sporen entwicklungsfähig;¹ vor Allem war fast gar keine Tiefenwirkung des Formaldehyds zu beobachten, deren Erzielung ja doch gerade der Zweck des Evacuirens ist. Andererseits schien aber eine Evacuation bis um 520^{mm} für diesen Apparat nicht recht geeignet, da bei einer solchen stets eine Durchnässung der auf dem untersten Fach liegenden Gegenstände beobachtet wurde. Das übrige Desinfections-gut, besonders auch Pelze und Ledersachen erlitten, wie bei den angewandten Temperaturen von vornherein zu erwarten war, keinerlei Beschädigung.

Der Apparat, wie er uns vorlag, leistet somit hinsichtlich des Desinfectionseffectes noch nicht das, was nach den Versuchen v. Esmarch's und unseren Vorversuchen an den Schimmel'schen Apparaten von dem neuen Verfahren zu erwarten stand. Freilich entsprach auch die Art und Weise, wie die von v. Esmarch empfohlenen drei Komponenten bei unseren Versuchen zur Wirkung gebracht wurden, keineswegs der Versuchsanordnung, die v. Esmarch selbst angewandt hat; dort wird die Formaldehydlösung direct wie bei einer Dampfdesinfection zur Verdampfung gebracht, und es wird hinreichend Dampf erzeugt, um den ganzen Desinfectionsapparat gleichmässig auszufüllen. Der ungünstige Ausfall der Versuche ist daher vorläufig nur der uns möglichen Versuchsanordnung, nicht dem Desinfectionsverfahren zur Last zu legen. Wir beabsichtigen auch, die Versuche an einem zweckmässiger construirten Apparat weiter zu führen.

¹ Auf ungenügender Tiefenwirkung beruht es wohl auch, wenn bei Test-objecten, die an derselben Stelle lagen, die 2 Stunden-Probe abgetödtet war, während die 2 Minuten-Probe sich noch wachsthumbfähig zeigte. Hier hat wohl eine Ueberdeckung der minder resistenten Probe durch die widerstandsfähigeren vorgelegen.

Von Interesse dürfte es noch sein, das Verhalten von Ungeziefer bei diesem combinirten Desinfectionsverfahren festzustellen. Bei den geschilderten Versuchen waren einige Male Schwaben, Wanzen, Flöhe und Fliegen in mit Löchern versehenen Pappkästen und in Erlenmeyerkolben zwischen die Gegenstände verpackt worden. Sie waren stets todt, wenn Temperaturen von 60 bis 70° zur Anwendung gekommen waren, während sie in den Versuchen, wo an den betr. Stellen nur ca. 40° erreicht wurden, die Desinfection überstanden. Weitere Versuche mit den Eiern solchen Ungeziefers sind beabsichtigt.

Die sog. Schwaben vertragen sonst recht beträchtliche Temperaturen. Ferner ist die geringe Empfindlichkeit allen Ungeziefers gegen Formaldehyd bekannt; man kann sich oft bei Wohnungsdesinfectionen davon überzeugen. Auch die Verbindung von Formaldehyd allein mit einer Evacuation genügt nicht zu einer Abtödtung. Wenn aber noch der dritte Factor der v. Esmarck'schen Trias, die feuchte Hitze, selbst nur in der für empfindliche Gegenstände zulässigen Höhe von 60 bis 75° hinzukommt, so scheint bei diesem Verfahren auch eine erfolgreiche Säuberung von etwa vorhandenem Ungeziefer erreicht werden zu können.
